

nr.2/2008

FISKEN OG HAVET

Kvalitet på sei ved oppdrettsanlegg - ein eksperimentell studie

Håkon Otterå, Ørjan Karlsen, Erik Slinde og Rolf Erik Olsen



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

PROSJEKTRAPPORT



Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf. 55 23 85 00, Faks 55 23 85 31, www.imr.no

Tromsø	Flødevigen	Austevoll	Matre
9294 TROMSØ	4817 HIS	5392 STOREBØ	5984 MATREDAL
Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00
Fax 77 60 97 01	Fax 37 05 90 01	Fax 56 18 22 22	Fax 56 36 75 85

Rapport: FISKEN OG HAVET	Nr. - År 2-2008
Tittel (norsk/engelsk): Kvalitet på sei ved oppdrettsanlegg – ein eksperimentell studie	
Forfattar(ar): Håkon Otterå, Ørjan Karlsen, Erik Slinde og Rolf Erik Olsen	

Distribusjon: Åpen
Havforskningsprosjektnr.: 11605
Oppdragsgjevar(ar):
Oppdragsgjevars referanse:
Dato: 15. februar 2008
Program: Forsknings- og rådgjevningsprogram akvakultur
Faggruppe: Tidlege livsstadier
Tal sider totalt: 24

Samandrag (norsk):

I det gjennomførte eksperimentet vart villfanga sei fôra opp med laksefôr eller torskefôr frå oktober 2006 til juni 2007 og ei rekke parametarar knytta til kvalitet vart målt.

Det vart tidleg i eksperimentet tydeleg at det kun var ein del av fisken som vaks, medan ein relativ stor del av fisken hadde liten eller ingen vekst. Den andre delen av fisken var i god vekst, og vi har bevisst valt ut individ frå desse til kvalitetsmålingane for å få representative målingar frå fisk som eter tørrfôr. Det som viste tydelegast forskjell mellom fôrgruppene og mellom fôrgruppene og villfisk var parametarar knytta til vekst. I tillegg fann vi forskjell i farge mellom sei fôra på laksefôr og torskefôr, samt forskjellar i pH mellom villsei og mellom fôrgruppene.

Det er ikkje å anbefale å fôra villfanga sei med laksefôr, medan bruk av eit magrare fôr i hovudsak vil gje sei av god kvalitet.

Summary (English):

Wild caught saithe were fed on commercial diets made for salmon or cod from October 2006 to June 2007. Several flesh quality measurements were made. Growth turned out to be very low for a part of the population, while the rest were growing well. From those we could find clear differences in quality parameter connected to growth, like liver size and condition factors. Differences in colour and pH were also found. It is not recommended to feed saithe on a salmon diet, while the use of a leaner cod diet will mainly give saithe of a good quality.

Emneord (norsk):

1. Sei
2. Oppdrett
3. Kvalitet

Subject heading (English):

1. Saithe
2. Aquaculture
3. Quality


.....
prosjektleder


.....
faggruppeleder

Bakgrunn

Bakgrunnen for dette prosjektet er påstandar frå fiskarar i Ryfylke om at seien blir øydelagt på grunn av at den eter fôr og fôrrestar frå oppdrettsanlegg. Denne problemstillinga fekk relativt stor merksemd i media i 2006/2007. Fleire av garnfiskarane i Ryfylke opplever at deler av seifangsten er av redusert kvalitet og dermed gjev dårlegare pris frå mottak. Utsprengd buk, stor lever og blaut konsistens har vorte rapportert.

For å få meir kunnskap om korleis kvaliteten til seien vert påverka av oppdrettsfôr vart det starta eit fôringsforsøk med villfanga småsei hausten 2006. Viktige spørsmål ein ynskte å få svar på var:

- Kor stor del av seien får ein uakseptabel kvalitet når han vert fôra på oppdrettsfôr?
- Kor lang tid tek det før han får ein slik kvalitet?
- Er prosessen reversibel, kan han få tilbake sin opprinnelege kvalitet?

I tillegg til dette eksperimentet vart det gjort enkle målingar av seimengde i område med oppdrettsanlegg i Ryfylke i mai 2006, samt noko innsamling av prøvar av sei i same området. Desse dataene vert ikkje rapportert her.

Material og metodar

Fisk og eksperimentelt oppsett

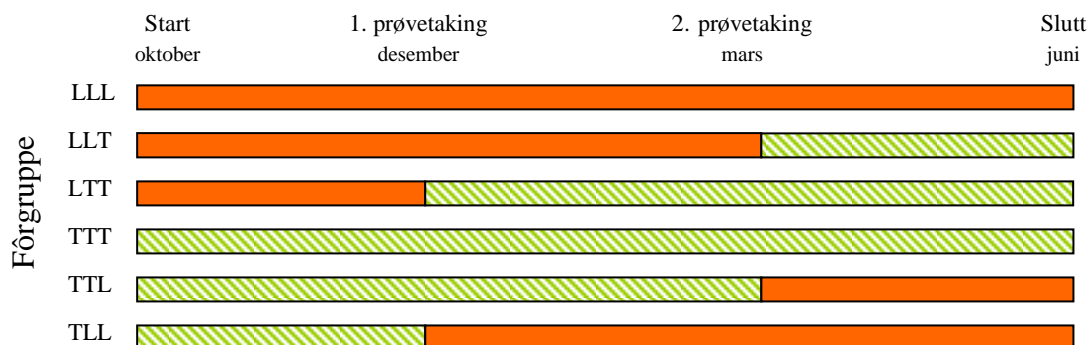
Småsei vart fiska av ein lokal fiskar utanfor Brandasund 25. september 2006. Fisken vart frakta til Havforskningsinstituttet Austevoll med brønnbåt og overført til merd. Grunna eit utbrot av bakteriesjukdomen vibriose, som er ganske vanleg på sei om sommaren, vart ikkje sjølve forsøket starta opp før i midten av oktober. Då var sjøtemperaturane lågare og fisken kunne lettare handterast utan å få nye utbrot av vibriose. Fisken vart ikkje fôra i perioden før forsøket starta.

Ved oppstart 20. oktober blei all seien merka individuelt ved at det vart injisert eit PIT merke (Passive Integrated Transponder, Trovan®) i buken. Dette for å kunna halde greie på vekst og eksperimentell behandling på individnivå. Fisken vart så fordelt på fire merdar (5,5 x 5,5 x 5,0 meter). To av merdane vart fôra med laksefôr og to av merdane med torskefôr (Tabell 1). Det vart ikkje nytta kontinuerleg tilleggsslys. I samband med overføringa til merdane vart lengde og vekt registrert på alle individa, i tillegg blei all fisken stikkvaksinert mot vibriose. Totalt var 1335 sei med i forsøket.

Tabell 1. Kjemisk innhald i dei to fôrtypane (data oppgjeven av fôrleverandør Skretting). [*Feed composition, according to feed manufacturer.*]

	Type	Feitt (%)	Protein (%)	Brutto Energi (MJ/kg)
Laksefôr	Spirit 4 mm	31-33	44-46	24,5-25,0
Torskefôr	Amber Neptun 5 mm	18	52	21,2

Forsøket vart designa slik at for kvar av dei to mellommålingane vart ca 1/3 av fisken som gjekk på laksefôr overført til merden med torskefôr og omvendt. På denne måten fekk vi totalt seks fôrgrupper; ei gruppe gjekk på laksefôr heile tida, ei gjekk på torskefôr heile tida, dei siste fire veksla mellom laksefôr og torskefôr (Figur 1). Grunnen til at vi valte dette oppsettet var at vi ville sjå om endringar i f.eks. leverindeks var reversibel (feitt laksefôr til magert torskefôr) og kor lenge ein trong fôre med feitt fôr før det gav utslag.



Figur 1. Skjematisk oversikt over fôringsregimet. Fôrgruppe LLL gjekk på laksefôr heile tida, LLT gjekk på laksefôr dei to første periodane og torskefôr den siste perioden, o.s.v. [*Feeding regime. Group LLL was fed on salmonfeed all the time, LLT on salmon feed the first two periods and on cod feed the last period, etc.*]

Prøvetaking og analysar

Det vart i alt gjennomført fire målingar av fisken; ved oppstart 19. oktober 2006, 18. desember 2006, 16. mars 2007 og ved avslutning 14. juni 2007. I tillegg til måling av lengde og vekt på all fisken, vart ei mindre gruppe frå kvar av behandlingane slakta ved kvart uttak og det vart gjort ei rekke målingar for å beskriva kvaliteten. Slaktinga føregjekk ved at fisken vart teken enkeltvis opp frå merda og straks avliva med eit slag i hovudet. Vi la vekt på å ikkje stressa fisken i merden meir enn nødvendig under slaktinga. Umiddelbart etter avliving vart det gjort fargemåling av skinn og pH i muskel vart målt. Deretter vart fisken bløgga og pH i blodet vart målt samstundes. Fisken vart så lagt i isvatn for utblødning i minst 30 minutt. Etter at ei gruppe fisk var slakta på denne måten, vart dei flytta til ”målehuset” der den vidare prøvetakinga føregjekk. Følgjande mål vart tekne:

Dei 10 første fiskane (per behandling):

- Lengde og vekt, registrering av merkenummer
- Sløyting, veking av lever, gonade og sløydvekt. Kjønn vart registrert
- Leverprøver (frosne på tørris, lagra på -20 °C (for kjemisk analyse) eller – 80 (for fettanalyse))
- Filetering, veking av begge filetanane
- Venstre filet, utskjering av prøver til:
 - Vassbindingsevne (ca. 15 gram, veking til næraste 0.01 g)
 - Isotopanalyser (Kryorøyr, frosne i flytande nitrogen)

iii) Fettsyrer (Kryorøyr, frosne i flytande nitorgen)

iv) Kjemiske analyser(frosne på tørris)

Dei 30 siste fiskane (per fôrgruppe) vart målt som for punkt a) og b) ovanfor. Deretter vart dei lagra på is i isoporkassar med lokk og plassert på kjølerom (4 °C) til dag 4 (slaktedag = dag 0).

På dag 4 vart sløyd vekt målt på nytt, det same vart pH i muskel. Vidare vart Quality Index Method (QIM) nytta for å vurdere kvaliteten på fisken. Fisken vart så filetert og filetene vegde. Frå venstre filet vart det teke prøve for ny måling av vassbindingsevne (dei 10 første fiskane per gruppe). Høgre filet vart det målt skinnfarge og muskelfarge på, og til slutt vart tekstur målt mekanisk.

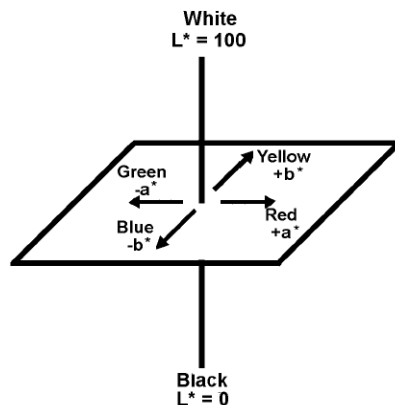
For nokre av fiskane vart det målt drypptap og lengdeforkorting gjennom *rigor*.

I tillegg til målingane beskrivne ovanfor vart det for uttaket i mars og for sluttuttaket sendt sløyd fisk lagra på is i isoporkassar til Fiskeriforskning for sensorisk vurdering. Denne vurderinga vart gjort fire dagar etter avliving. Ved siste måling av kvaliteten i juni 2007 vart det inkludert ei gruppe villfanga sei i målingane. Desse vart fiska med snøre sør for Ospøyflua, Austevoll. Dei vart bløgga rett etter at dei var fanga og plassert i ei bømte med vatn til dei seinare vart sløyd på stasjonen. Dette vart gjort innan ca. 1 time etter fangst. Prosedyra etter sløyding var som for dei andre gruppene.

Målemetodar

Farge

Farge vart målt instrumentelt med ein Hunterlab Miniscan XE. Denne gjev m.a. verdier for L^* , a^* og b^* , som igjen kan reknast om til fargemetning (Chroma) og fargevinkel (Hue). L^* verdiane visar kor kvitt objektet er, medan a^* og b^* viser verdier i raud-grøn og gul-blå akse (jfr. Figur 2). Det vart gjort tre parallelle målingar av skinn- og muskelfarge pr. filet, og gjennomsnittsverdiane vart brukt i dei vidare analysane. Målepunkta er vist i Figur 3.



Figur 2. Forenkla presentasjon av fargesystemet CIE $L^*a^*b^*$. [The CIE $L^*a^*b^*$ colour system.]

pH

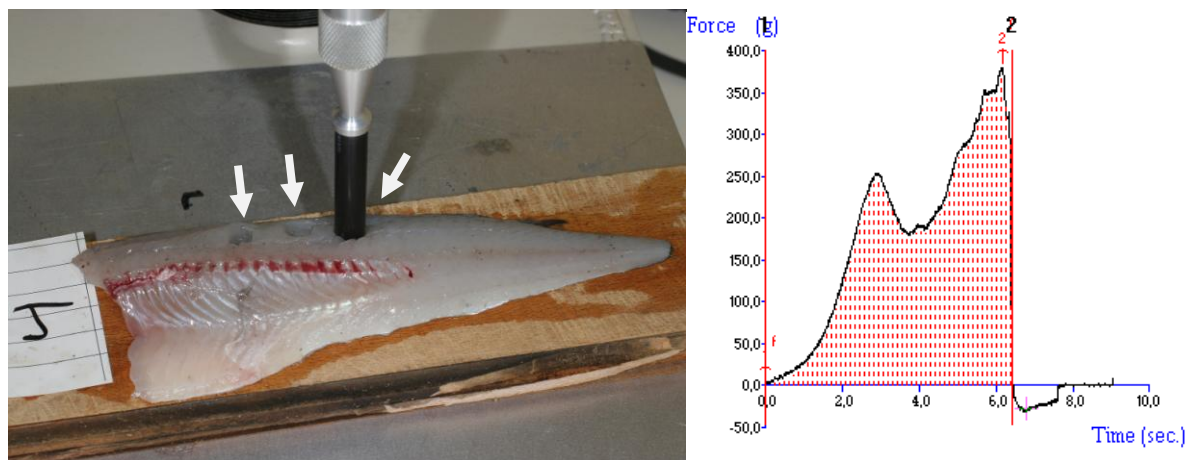
Til å måla pH i muskel og blod vart det nytta ein WTW pH 330i tilkopla ein stikkelektrode (Hamilton Tiptrode) berekna for måling i kjøt, o.l. Ved måling av muskel pH vart det gjort eit snitt i huda med ein skalpell, og elektroden vart stukken ca 1 cm inn i kjøtet. Målinga vart gjort mellom sidelinja og ryggfinna, på høgde med framre ryggfinne. Måling i blod vart gjort ved bløgging av fisken ved at blod vart samla i gjellehola.

QIM

QIM metoden for å bestemma kvalitet er basert på skjema utvikla til torsk (jfr. www.qim-eurofish.com). I skjemaene vert det gitt poengverdier ut i frå faste kriterium delt inn på utsjånad (skinn og stivleik), auger (augeform, hornhinne og pupille) og gjeller (farge, lukt og slim). Ein fisk kan maksimalt få 19 poeng, og låg verdi tydar på betre sensorisk kvalitet. Vi nytta metoden på heil fisk både ved slakt og etter 4 dagars lagring på is.

Tekstur

Teksturen vart målt instrumentelt på heile fiskefiletar med skinn. Det vart nytta ein Texture Analyser (TA XT2) frå Stable Microsystems®. Ein 10 mm diameter sylinder vart brukt til målingane. Sylindern vart pressa ned til 80% av fileten sin tjukkeleik, med ein fart av 2 mm s^{-1} . Verdiane for maksimal kraft vart nytta i utrekningane (Figur 3).



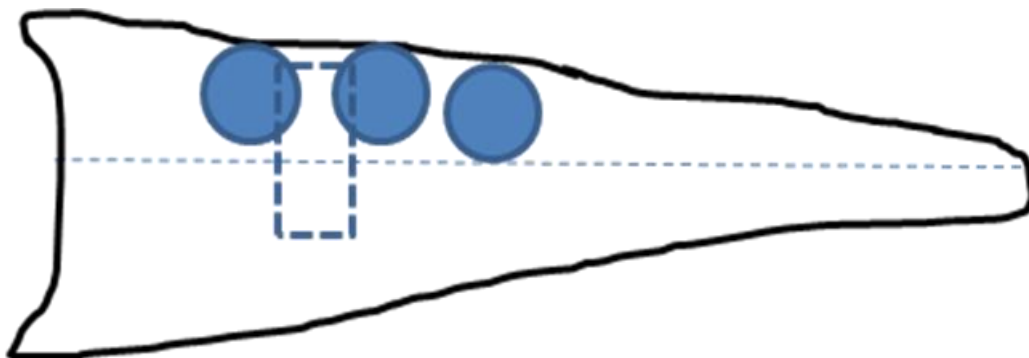
Figur 3. Måling av tekstur direkte på fileten. Her er ein sei frå startmålinga vist. Pilene visar kor dei tre målepunkta var plasserte. Til høgre ser vi ein typisk kraft \times tid kurve frå teksturmålinga. den maksimale krafta (merka med “2” og pil) vart brukt i vidare utrekningar. [Texture was measured directly on the fillet. Right figure show a typical force \times time curve. Maximum force was used in the calculations.]

Vassbindingsevne

Muskelen si evne til å halde på vatn vart undersøkt ved å skjære ut ca. 15 g muskel frå loinsdelen (ryggstykket). Muskelbiten vart lagt i sentrifugerøyr, saman med eit filterpapir. Etter sentrifugering ved 3000g i 5 minuttar vert det no våte filterpapiret vegd, deretter tørka og vegd ein gong til. Slik kan ein berekna kor mykje vatn muskelen slepp under gitte tilhøve, og dette kan brukast for å sammenlikna gruppene. God vassbindingsevne (lite væsketap) er rekna som positivt.

Kjemiske analysar

Feitt vart ekstrahert frå muskel ved hjelp av kloroform: metanol (2:1) og inndampa til tørrvekt i nitrogenatmosfære for å unngå harskning av prøva. Deretter vart prøvane behandla med svovelsyre i metanol slik at det vart danna metylestre av feittsyrene. Feittsyresammensetninga vart så kvantifisert ved hjelp av gasskromatograf.



Figur 4. Sirklane viser kor målingane av farge vart gjort (både på skinn og filet sida). Prøvar til kjemisk analyse vart tekne frå det stipla området. *[The circles shows were we measured the colour (both on skin and fillet side). samples for chemical analysis were taken in the stipled area.]*

Drypp og kuldeforkorting

For nokre av fiskane vart vekttnap (drypptap) og forkorting (kuldeforkorting) gjennom *rigor* målt. Fisken vart avliva og filetert på vanleg måte, og eit stykke frå kvar av filetane vart skåre ut. Lengde og vekt av desse vart registrert, det eine lagt til lagring (6 °C) med ein gong, medan det andre vart frose og neste dag tint og lagt til lagring ved 6 °C. Kvar fillet vart pakka romslig i aluminiumsfolie slik at dei kunne trekka seg saman. Etter gjennomgang av *rigor* vart vekt og lengde på dei registrert, og ut frå differansen mellom denne og den første målinga vart kuldeforkorting og drypptap berekna.

Sensorikk

Sensorisk vurdering vart gjort ved smakspanelet til Fiskeriforskning i Tromsø. Fisken vart sløyd og pakka i isoporkassar med is og sendt til Tromsø med fly same dagen. Ved ankomst i Tromsø vart han pakka om og oppbevart på kjølerom til dei sensoriske målingane vart gjort på dag 4. Fisken vart filetert og skinna, og frå ryggstykket (loinsen) vart 2-3 prøvar skorne ut, pakka i aluminiumsfolie og dampkokt i 8+2 minutt. Fem - sju trente dommarar gjorde så ein beskrivande sensorisk test av prøvane. Metoden gir svar på kva og kor store forskjellar det er mellom dei ulike gruppene. Parametrane som vart vurdert er vist i Tabell 2.

Dei ulike karakterane vart vurdert på ein skala frå 0 – 10 av kvar av dommarane, og resultata vidare bearbeida statistisk.

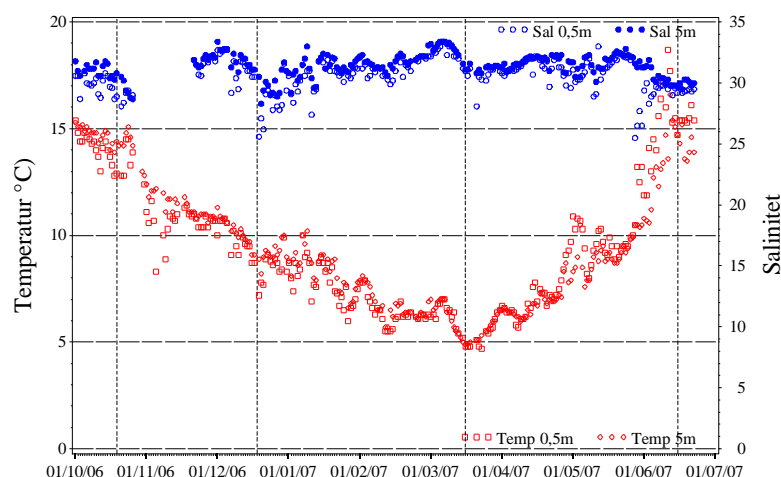
Tabell 2. Forklaring til dei ulike sensoriske eigenskapane som vart vurdert av smakspanelet til Fiskeriforskning.
[The sensoric attributes that were judged by the sensory panel.]

Frisk lukt	Kokt fersk sei, tang, sjøfrisk.
Grønn lukt	Intensitet av en vegetabilsk lukt. Kan minne om ikke friske grønne grønnsaker, korn, malt, rå potet, ikke frisk søt lukt.
Gammel/emmen lukt	Sur, kvalmende, tørrfisk, ammoniakk.
Matthet	Intensiteten av matthet i prøven. Mye matthet gir høyt poeng. Ingen intensitet: glansaktig, gjennomsiktig Tydelig intensitet: matt, ugjennomsiktig
Harsk lukt	Intensitet av lukter som minner om tran, lut og/eller maling.
Hvithet	Bedømmes etter en skala som går fra grå til hvit. Lav poengsum gir grå farge, høy poengsum gir hvit farge.
Hardhet	Vurderes ved å bite gjennom produktet mellom øvre og undre fortenner. Hvor mye kraft en må bruke før prøven går i to stykker. Ingen intensitet: som å bite gjennom smør Tydelig intensitet: gummiaktig
Frisk smak	Intensiteten i smak av fersk kokt sei, sjøfrisk. En behagelig søt smak.
Margarin smak	Smaken av smeltet margarin.
Sur smak	Intensitet av sur smak i produktet.
Saftighet	En saftig prøve inneholder en del væske og dette er bundet slik at fiskekjøttet avgir væske jevnt ved tygging. Vurder prøvens evne til å virke saftig under de første 12 tygg. Ingen intensitet: ingen væske avgitt fra prøven, tørr Tydelig intensitet: tydelig saftig
Tyggemotstand	Vurder hvor mye prøven må tygges. Hvor mange tygginger må til før det føles naturlig å svelge prøvebiten.

Resultat

Hydrografi

Saltinnhold og temperatur gjennom forsøket er vist i Figur 5. Temperaturen var på ca. 14 grader ved startmålinga i oktober, ca. 9 grader i desembermålinga, nådde eit minimum på ca. 5 grader i marsmålinga, og auka til ca 15. grader ved avslutning av forsøket i juni.



Figur 5. Temperatur og salinitet målt dagleg på 0,5 og 5 m djup gjennom forsøket. Dei vertikale linjene visar tidspunkt for dei fire prøvetakingane. [Daily measurements of temperature and salinity during the experiment. The vertical lines indicates the sampling dates.]

Vekst

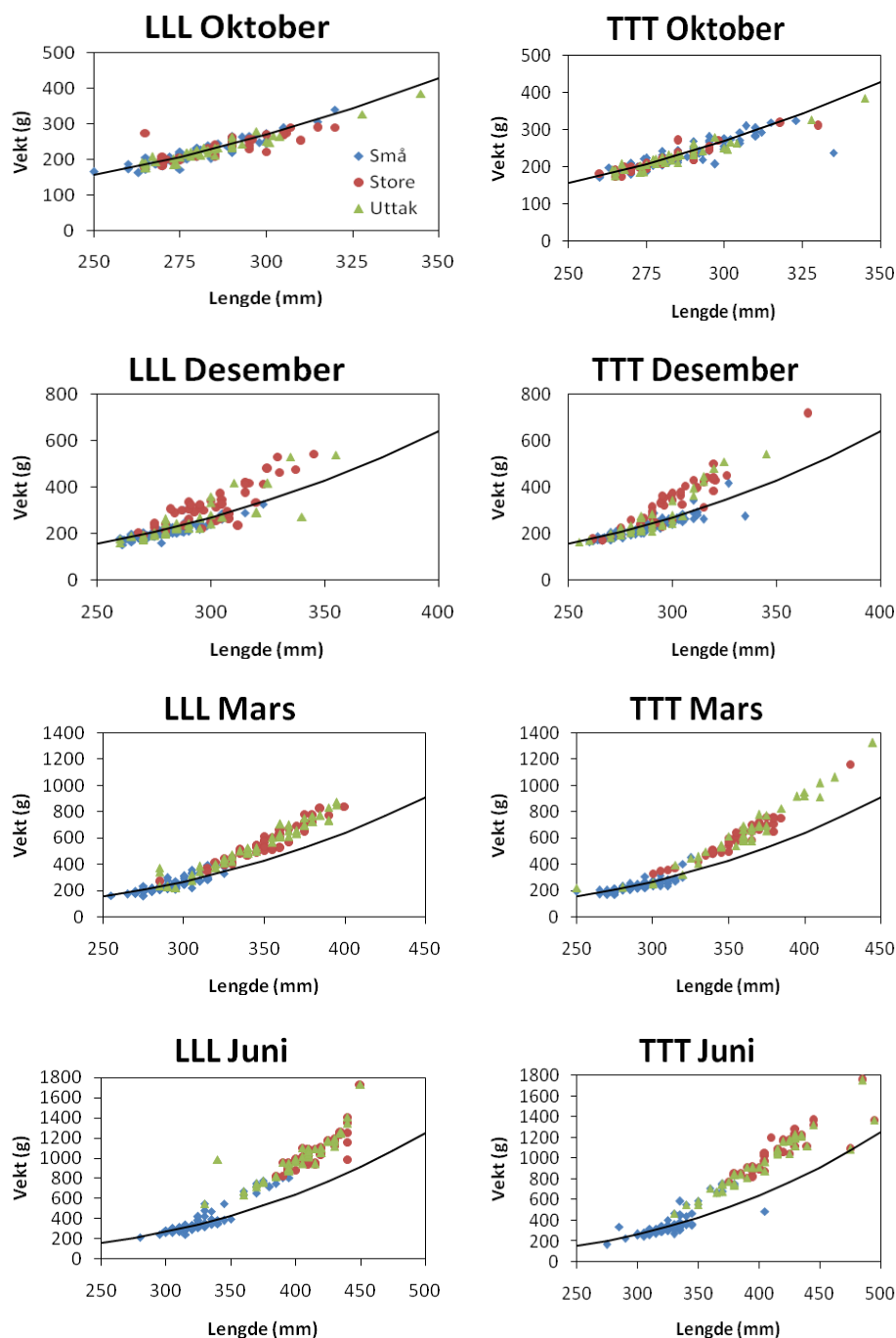
Ved oppstart av forsøket i oktober 2006 hadde vi 1335 sei som alle var individmerka. Desse hadde ei gjennomsnittsvekt på ca 230 gram og rundt 1,0 i kondisjonsfaktor (Tabell 3).

Tabell 3. Oversyn over middelerdiar for fisken som vart målt levande ved kvart uttak. [Average weight length and condition factor for the fish measured alive at each sampling.]

Dato	Behandling	N	Lengde i mm (SD)	Vekt i gram (SD)	Kondisjonsfaktor (SD)
Oktober 06	Alle	1335	284 (16)	227 (38)	0,98 (0,06)
Desember 06	L	630	289 (18)	254 (84)	1,03 (0,16)
	T	625	291 (20)	265 (96)	1,04 (0,17)
Mars 07	LL	374	313 (35)	361 (188)	1,08 (0,19)
	LT	193	309 (33)	342 (183)	1,06 (0,18)
	TT	376	315 (37)	372 (209)	1,08 (0,19)
	TL	193	312 (37)	359 (188)	1,08 (0,18)
Juni 07	LLL	186	348 (44)	530 (339)	1,13 (0,25)
	LLT	135	351 (44)	566 (358)	1,15 (0,27)
	LTT	144	332 (30)	411 (225)	1,05 (0,20)
	TTT	176	348 (45)	533 (348)	1,11 (0,25)
	TTL	151	350 (49)	549 (367)	1,12 (0,25)
	TLL	142	336 (39)	448 (294)	1,07 (0,22)
	Vill	21	386 (19)	670 (98)	1,16 (0,05)

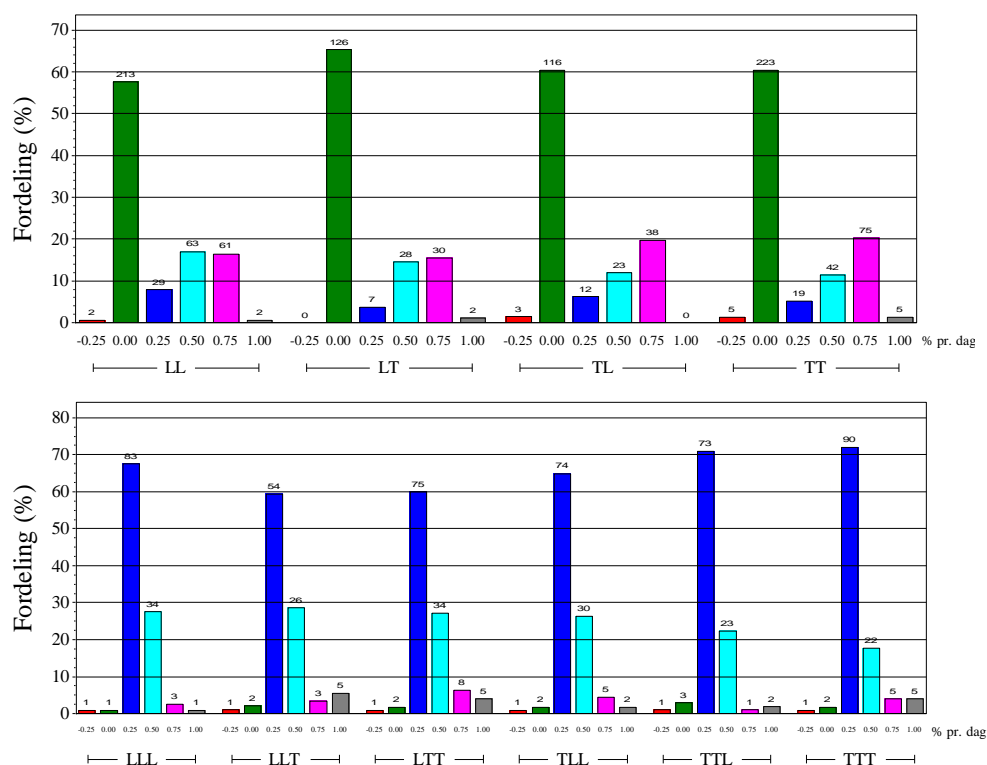
Middelveksten i behandlingane var liten fram til målinga i desember. Ved målinga i mars hadde kondisjonsfaktoren auka til 1,08, og var ganske lik mellom dei fire fôringsregima. Det vart tidleg i eksperimentet tydeleg at ein del av seien hadde liten eller ingen vekst, medan resten vaks bra og fekk ein betydeleg høgare kondisjonsfaktor. Dette har nok samanheng med fôrinntaket, dei som hadde liten vekst har truleg spist svært lite av tørrfôret, men overlevd på plankton som dreiv gjennom merden. Det at ein ikkje fekk jamn vekst i populasjonen gjorde at vi i uttaket i mars og juni valde å bruka den største fisken, den som hadde ete og som derfor ville representere ”problemseien”, til kvalitetsmålingar. Dette gjer at gjennomsnittsverdiane vist i Tabell 3 gir eit kraftig underestimat for storleiken på fisken nytta til uttak i mars og

særleg i juni. Dette går tydelegare fram om ein ser på Figur 6, som visar lengde plotta mot vekt for den fisken som vart slakta ved dei ulike uttaka for to av fôrregima.



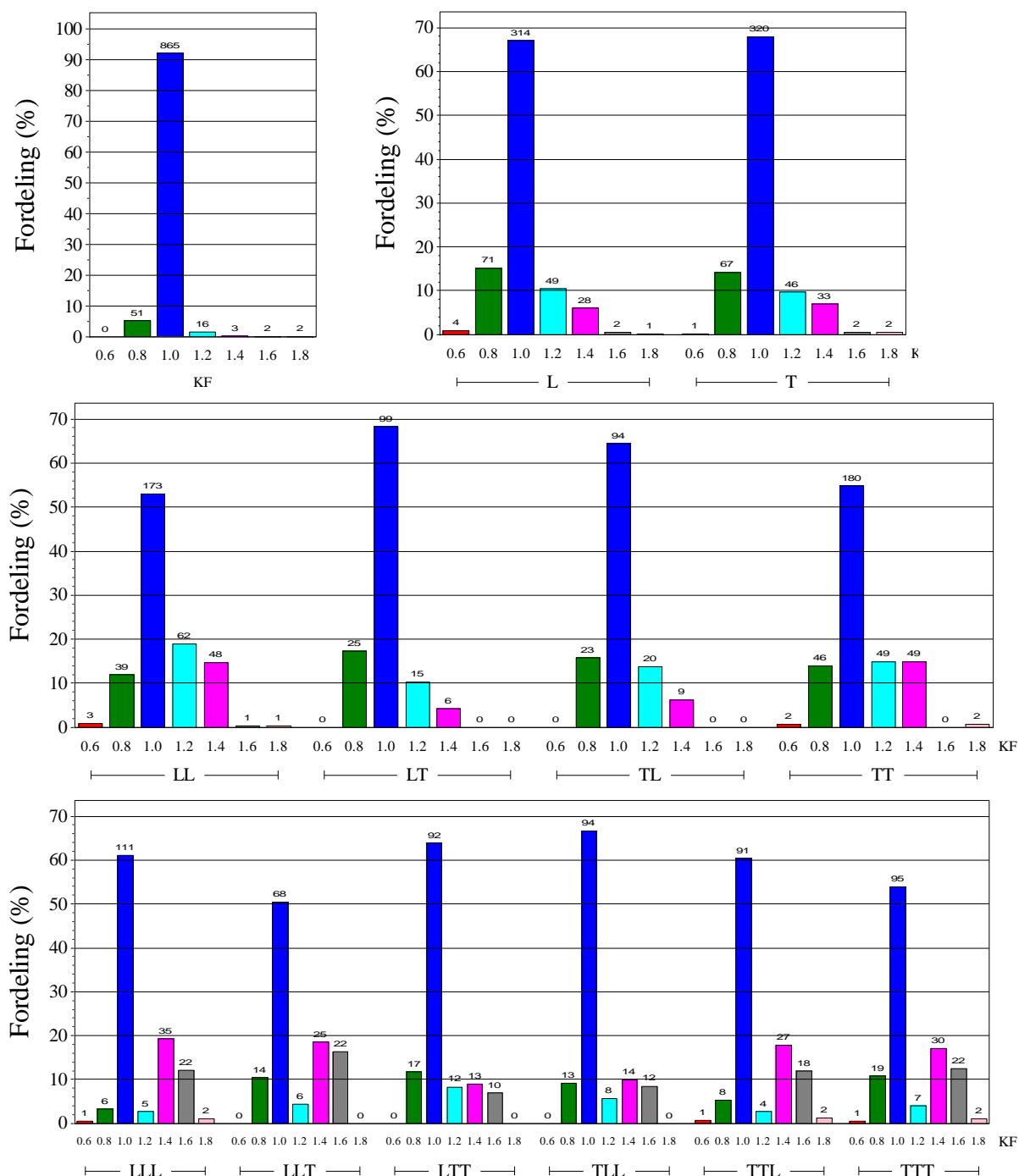
Figur 6. Lengde plotta mot vekt for alle individa i “ekstremgruppene” LLL og TTT. Dei raude punkta (●) viser individa som ved avslutninga tilhørte dei 25% største individa medan dei blå punkta (◆) viser resten som var i live til slutt. Dei grønne trekantane (▲) visar individa som vart slakta ved dei ulike målingane. Linja indikerar kondisjonsfaktor=1. [Length vs weight for two of the groups. Red dots (●) indicate individuals which at the termination belonged to the 25% largest, and the rest is indicated by blue diamonds (◆). Green triangles (▲) are the individuals that were slaughtered at each sampling.]

Av same figuren kan vi og sjå at det er dei største fiskane som har høgast kondisjonsfaktor ved at dei tydeleg ligg over linja som indikerar kondisjonsfaktor=1. Det går også fram at dei individa som utgjorde dei 25% største i juni (raude punkt allereie i mars og i stor grad i desember hadde utpeika seg som dei største individa. Ser vi nærare på frekvensfordelinga av vekst frå oppstart til mars (Figur 7, øverst), så ser vi at om lag 60% av individa ikkje hadde vakse i det heile i denne perioden. Dei aller fleste av desse individa vaks likevel i perioden frå mars til juni (Figur 7, nederst).



Figur 7. Frekvensfordeling av tilvekst (% vektauke pr. dag, søylene visar midpunktet i intervallet) i perioden oktober til mars (øverste figur). Her er også dei individa som vart slakta i mars med, slik at fordelinga i denne perioden er tilnærma korrekt. Nederste figur visar frekvensfordelinga av tilvekst i perioden mars til juni for dei individa som fram til mars ikkje hadde vokse (dei to søylene lengst til venstre i øverste figur). Tal over søylene viser kor mange individ som var i det intervallet. [Frequency distribution of daily growth (%) from October to March (upper figure). The lower figure shows the growth from March to June for those that didnt grow until March.

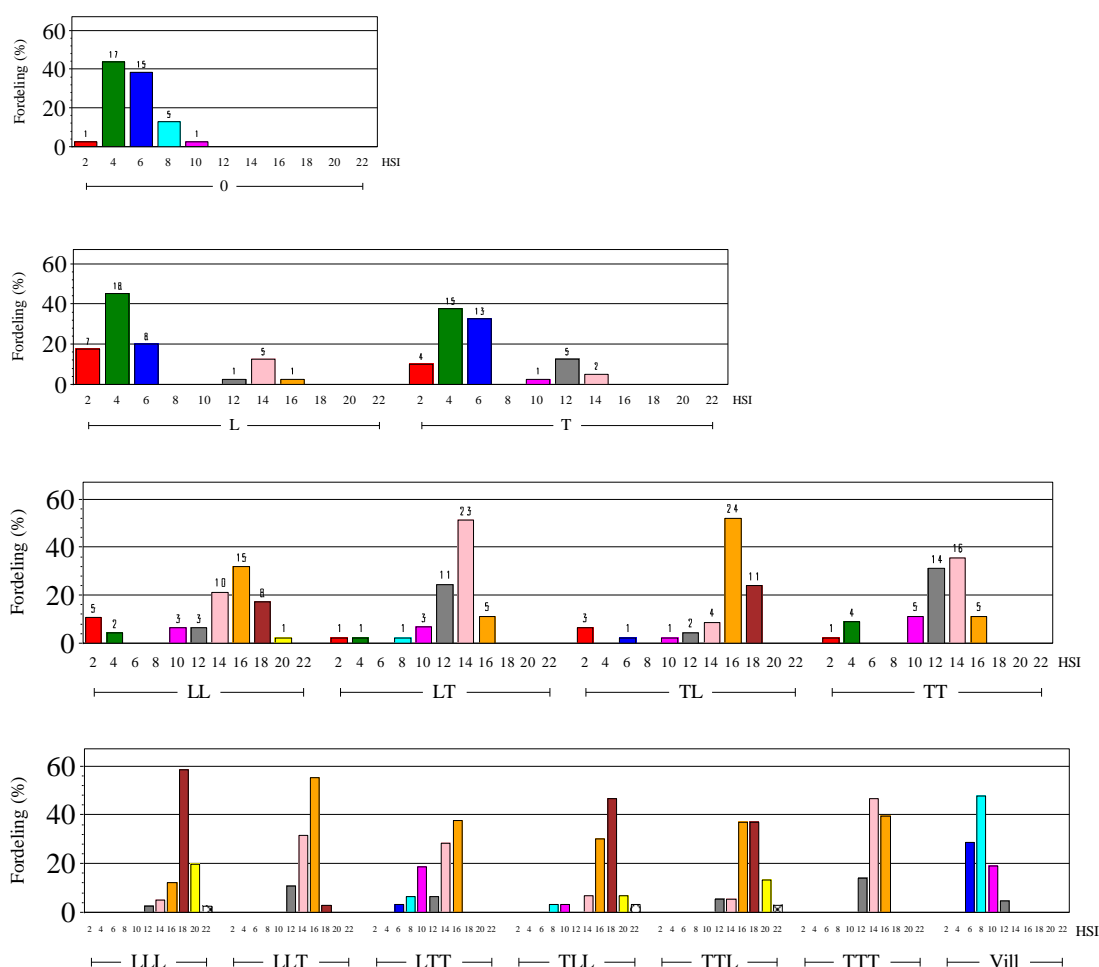
Frekvensfordelinga av kondisjonsfaktor frå uttak til uttak (Figur 8) visar mykje av den same utviklinga med at mange fisk har ein relativ låg kondisjonsfaktor medan nokre få vert svært feite. I junimålinga hadde den villfanga seien ein kondisjonsfaktor på 1,1 – 1,2 medan for oppdrettsgruppene fann ein fisk med kondisjonsfaktor på over 1,5. Her må ein også leggja til at juniuttaket underestimerar kondisjonsfaktoren sidan det i mars vart slakta forholdsvis fleire store fisk enn små fisk.



Figur 8. Utvikling av kondisjonsfaktor (KF) frå uttak til uttak (øverst til venstre: oktober, øverst til høgre: desember, i midten: mars, nederst: juni) – her er det kun med fisk som var i live til slutt – d.v.s. utan sampling ville særleg sluttutaket hatt fleire feite fisk. Søylenes representerar midtpunktet i intervallet. Tal over søylene viser kor mange individ som var i det intervallet. [Distribution of condition factor between samplings (upper left: October, upper right: December, middle: March, lower: June).]

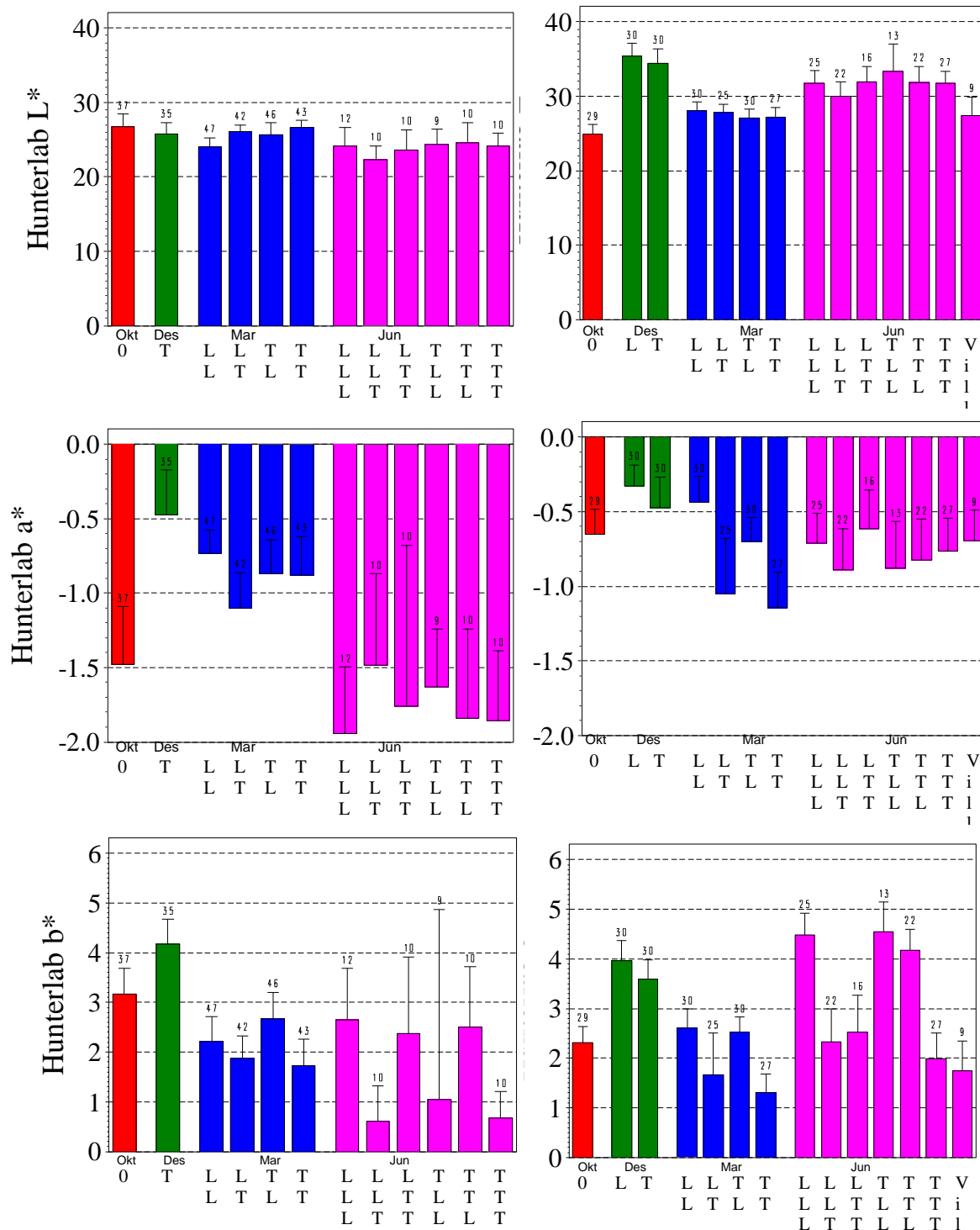
Slakteparametrar

Sei lagrar storparten av feittet i levera, og ei stor lever tyder på rikeleg matinntak. Ein høg leverindeks er derfor ein tydeleg indikator på god fôrtilgong, men også på høgt feittinnhald i fôret. På same måte som for kondisjonsfaktor ser ein tydeleg alt i desember at populasjonen deler seg i to grupper, dei som et bra og får auka leverindeks, og dei som et lite og som får redusert leverindeks (Figur 9). Prøvene frå mars og juni er ikkje representative sidan vi ikkje slakta dei minste fiskane. Vi kan likevel sjå at det er ein betydeleg spreing i leverindeks, og ein god del av individa har rundt 18% lever. Det er og tydeleg at dei gruppene som har fått laksefôr har høgare leverinnhald enn dei som har fått torskefôr. Sidan storparten av veksten har skjedd i den siste perioden, er det fôrregimet då som er mest avgjerande for leverindeksen. Villfisker har ca 8-10 % lever.



Figur 9. Frekvensfordeling av leverindeks (HSI). Her er det berre fisk som det vart målt kvalitet på som er med (inkludert sensorikk juni) – d.v.s. dei minste fiskane er ikkje med frå mars og juni-uttaket. Øvst: oktober, nest øvst: desember, nest nedst: mars, nedst:juni. Søylenes representerer midtpunktet i intervallet. Tal over søylene viser kor mange individ som var i det intervallet (ikkje vist i juni). [*Frequency distribution of hepatosomatic index between samplings (from top to bottom: October, December, March and June).*]

Filétutbyttet (vekt filet/sløyd vekt) ligg på rundt 67% i juni og er likt for alle fôrgruppene, men litt lågare for villfisker. Ut frå utsjåande av og vekta av gonadene, var ikkje teikn på kjønnsmodning påvist på nokon av fiskane.



Figur 10. Skinnfarge pr. uttak og gruppe umiddelbart etter avliving (venstre kolonne) og etter fire dagers lagring (høyre kolonne). L^* (øverst), a^* (midten) og b^* (nederst) er vist. Tala over søylene viser til antall individ og konfidensintervall er indikert med strekar. [Skin colour from each sampling as measured immediately after killing (left column) and at day 4 (right column)].

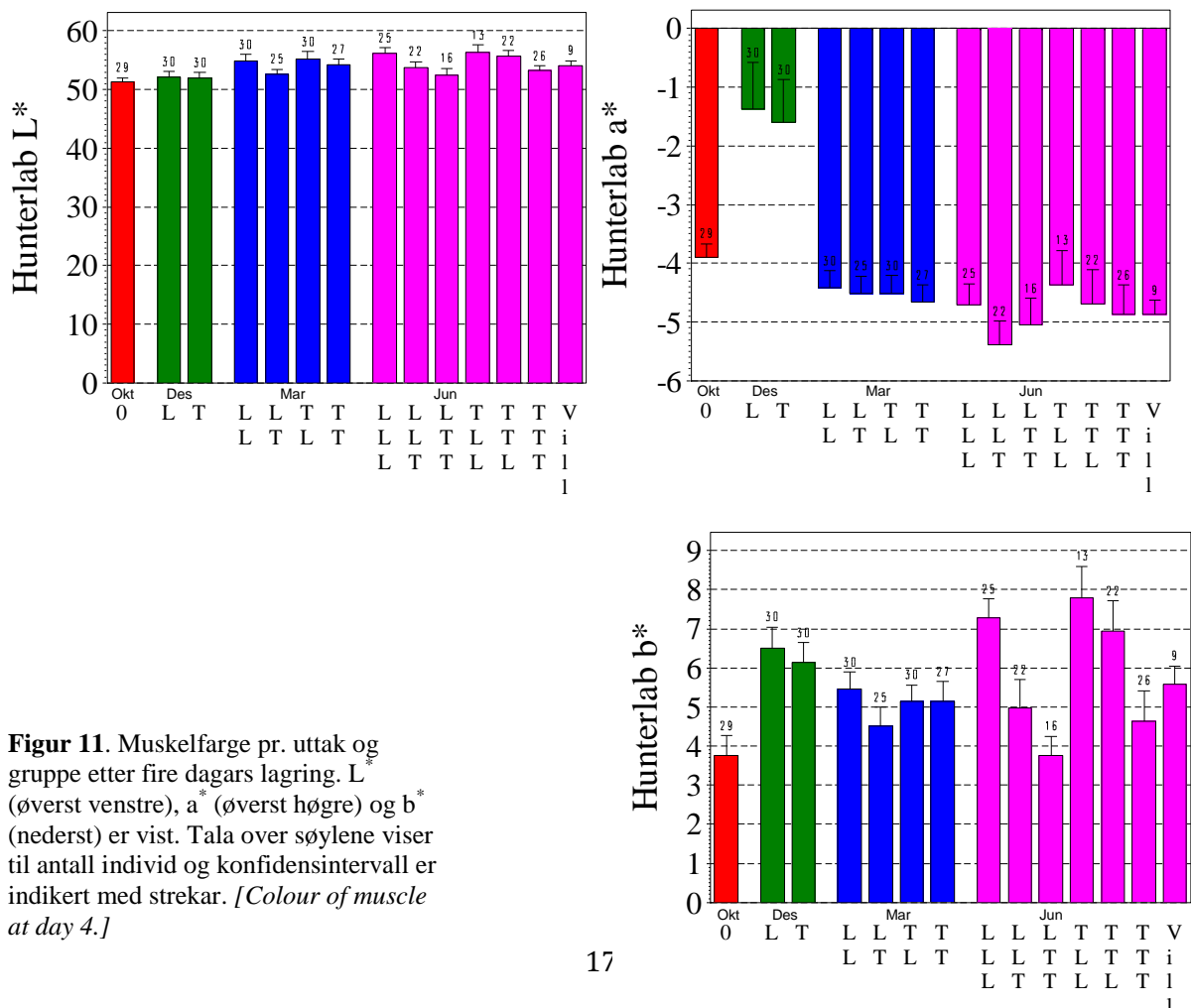
Skinnfarge

Skinnfarge ved slakting (Figur 10) viser relativt mykje variasjon mellom gruppen for alle parametre, og det er ingen tydelege trendar mellom laksefôr- og torskfôrgruppene. L^* verdiane synest vera litt lågare enn etter dag 4 (Figur 10), d.v.s. at fisken er litt mørkare i skinnet ved slakting.

For skinnfarge etter fire dagar var det nokre interessante forskjellar og trendar. Villfisken (juni) hadde ein tanke mørkare skinn (L^*) enn dei andre gruppene. Ser vi på kromaverdiane (ikkje vist i rapporten), skil villseien og dei som fekk torskfôr seg ut frå dei som fekk laksefôr. Forskjellane er tydelegast i juni, men trenden er den same også ved tidlegare målingar når det gjeld torskfôr versus laksefôr. Årsaken til denne trenden kan ein finne i b^* verdiane, der ein har ein tydeleg og signifikant ($P < 0,001$) forskjell, med høgare verdiar for laksefôrgruppene, d.v.s. at de i har meir gulfarge i seg. Dette gjeld for alle målingane, men er tydelegast ved sluttuttaket. Dette har samband med at laksfôret inneheldt pigmenter.

Muskelfarge

På same måte som for skinnfarge kunne ein sjå ein tendens til litt gulare farge på filéten på dag fire for gruppene som fekk laksefôr (b^* verdiar, Figur 11). Bortsett frå dette fann vi ingen tydelege forskjellar i muskelfarge mellom gruppene.

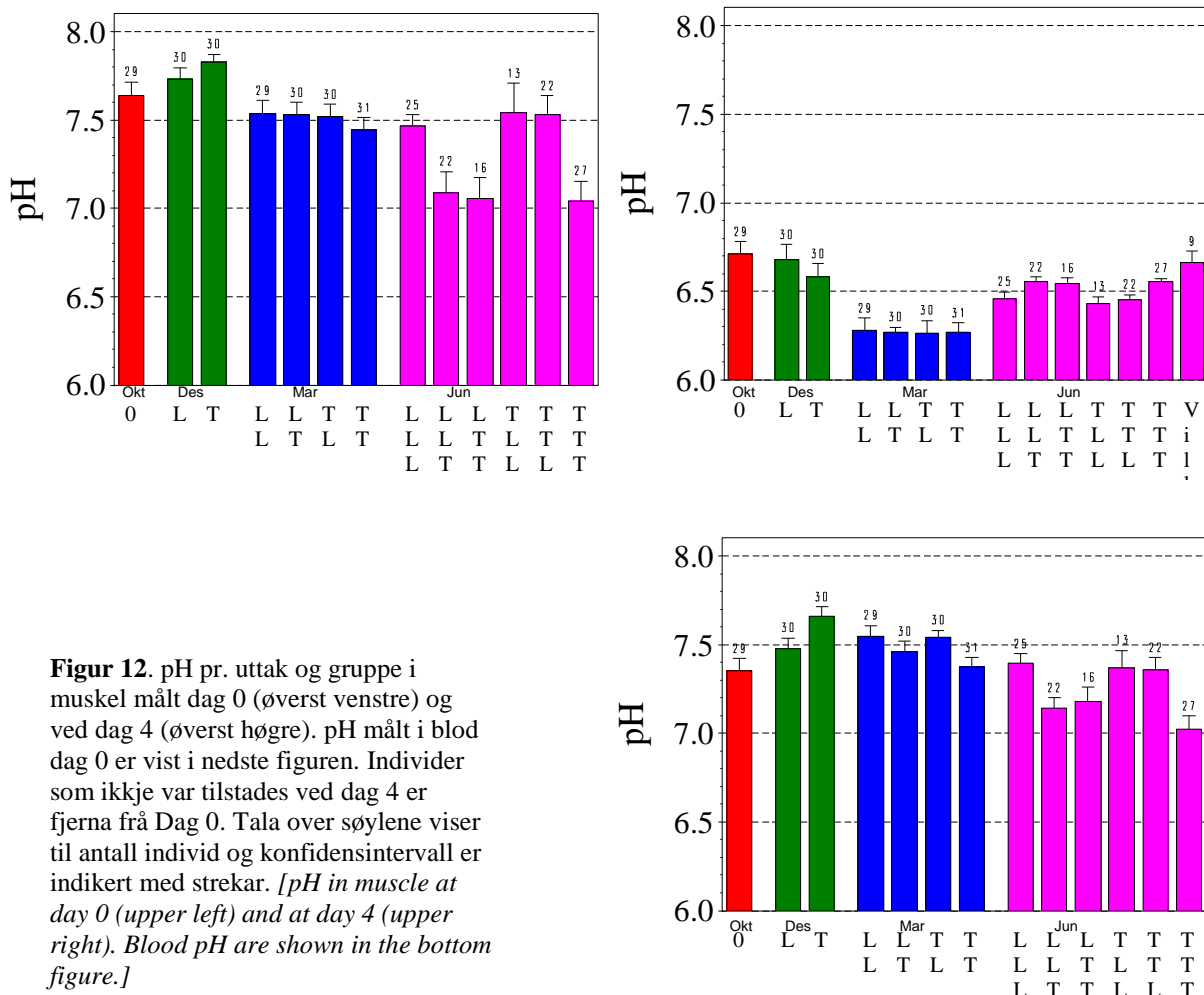


Figur 11. Muskelfarge pr. uttak og gruppe etter fire dagars lagring. L^* (øverst venstre), a^* (øverst høgre) og b^* (nederst) er vist. Tala over søylene viser til antall individ og konfidensintervall er indikert med strekar. [Colour of muscle at day 4.]

pH

pH målt i muskel umiddelbart etter avliving viste relativ stor variasjon frå individ til individ (Figur 12). Det var og betydelege forskjellar i gjennomsnittsverdiar frå uttak til uttak. Det som er mest karakteristisk ved pH etter slakting er den store forskjellen mellom grupper som vi observerte på siste måling. Her er det tydeleg at dei gruppene som har gått på torskefôr den siste perioden har lågare pH enn dei som har gått på laksefôr. Den same tendensen var og tydeleg for pH i blod på same tidspunktet, og kunne og sjåast på marsmålinga men ikkje på desembermålinga (Figur 12).

Også når det gjeld pH målt på dag 4 er det variasjonar frå uttak til uttak. Vi ser også her forskjellar mellom fôrgruppene på junimålinga, og der laksegruppene har lågast pH, villsei høgast og torskegruppene mellom desse (Figur 12). Desse forskjellane i slutt-pH gjer saman med forskjellane i start-pH at nedgangen i pH vert betydeleg større for laksegruppene enn for torskegruppene. Dette kan ha innverknad på kvalitetsparametrar som tekstur, vassbindings- evne m.m.



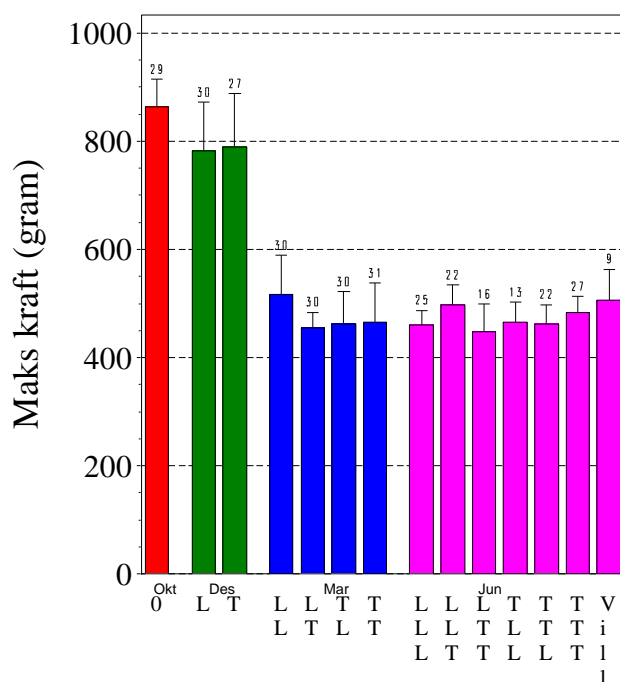
Figur 12. pH pr. uttak og gruppe i muskel målt dag 0 (øverst venstre) og ved dag 4 (øverst høgre). pH målt i blod dag 0 er vist i nedste figuren. Individuer som ikkje var tilstades ved dag 4 er fjerna frå Dag 0. Tala over søylene viser til antall individ og konfidensintervall er indikert med strekar. [pH in muscle at day 0 (upper left) and at day 4 (upper right). Blood pH are shown in the bottom figure.]

QIM

Quality index method viste ingen teikn på redusert kvalitet for nokre av gruppene etter fire dagars lagring på is. Totalt QIM tal låg på rundt 5 for uttaket i juni og var ikkje forskjellig mellom fôrgruppene eller mellom villfisk og dei andre.

Tekstur

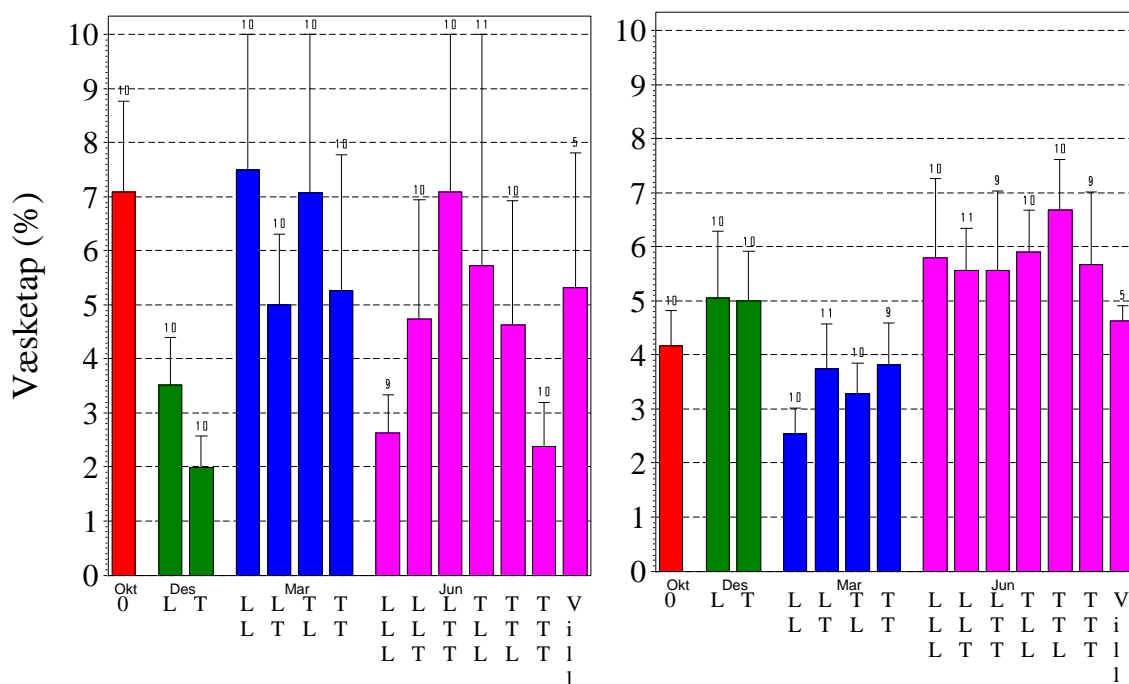
Også for tekstur målt instrumentelt er det betydeleg variasjon mellom dei ulike målepunkta (Figur 13). Det var imidlertid liten forskjell mellom dei ulike fôrgruppene og heller ikkje mellom fôrgruppene og villfisken. På juniuttaket, som er den mest relevante målinga, vart det ikkje påvist effekt av tjukklegeiken på fileten på makskraft (data ikkje vist her).



Figur 13. Tekstur pr. uttak og gruppe målt instrumentelt ved dag 4. Maks kraft er vist. Tala over søylene viser til antall individ og konfidensintervall er indikert med strekar. [Texture (maxforce) at day 4.]

Vassbindingsevne

Vassbindingsevne, målt som væsketap ved sentrigugering, viste også ein del variasjon mellom dei ulike uttaka (Figur 14). Det var relativt stor variasjon mellom individa, men ikkje konsekvente eller signifikante forskjellar mellom fôrgruppene. Villfisken hadde lågast væsketap av dei ulike gruppene i juniuttaket ved dag 4, men relativt høgt tap ved dag 0. Også dryppmålingane (målt som vektforskjell etter lagring på kjøll/frys) viste lågast vekttap for villfisken i juni.



Figur 14. Væsketap ved sentrifugering pr. uttak og gruppe for dag 0 (venstre) og dag 4 (høgre). Tala over søylene viser til antall individ og konfidensintervall er indikert med strekar. NB! For oktober dag 0 vart det brukt feil sentrifugehastighet. *Water loss during centrifugation at day 0 (left) and day 4(right).*

Kjemisk innhald

Feittinnhaldet i muskelen er i overkant av 1% av våtvekt (Tabell 4) og typisk for muskel i magre fiskeslag. Fettsyrene vert dominert av 22:6 n-3 (DHA), 20:5 n-3 (EPA), 18:1n-9 (oljesyre) og 16:0 (palmitinsyre). Desse utgjør om lag 70 % av feittsyreinnhaldet, og viser ganske likt nivå for villfisk og LLL/TTT ved avslutning av eksperimentet. Desse fettsyrene finst først og fremst i membranfett, og er derfor nøye regulert av fisken. Dette viser også at mestparten av muskelfettet er membranfett i desse seiene. Forskjellen mellom villfisk og LLL er større enn mellom villfisk og TTT. Dette skuldast særleg at laksefôret inneheld meir 18:1n-9 som vert sett inn i membranane på bekostning av 16:0. Laksedieta inneheld også meir typiske terrestre feittsyrer 18:2 n-6 (linolsyre) som gir en liten, men markert auke for sei gitt dette fôret. Fisken frå uttaket i oktober hadde gått nokre veker utan fôring, noko som kan forklara det lågare feittnivået på den gruppa.

Sensorikk

Når det gjeld uttaket i mars, greidde ikkje dommarpanelet å skilja dei fire fôrgruppene frå kvarandre (Tabell 5).

For uttaket i juni var det også med ei gruppe villsei i tillegg til dei seks fôrgruppene. Dommarpanelet greidde her å skilja dei ulike gruppene signifikant frå kvarandre i to av dei 12 testa sensoriske eigenskapane (matthet og tyggemotstand, Tabell 6, Figur 15). Gruppe villsei

er vurdert av panelet til å ha meir glans i kjøtet sammenligna med gruppene LLT, TLL og TTL. Gruppe villsei er også vurdert som lettare å tyggja sammenlikna med gruppe LLL. I tillegg hadde villfiskene høgast eller lågast (eller lik) verdi for alle 7 gruppene når det gjeld 8 av 10 resterande parametarar. For enkelte av dei testa villfiskane kommenterte dommarane at det var ein viss smak av fôr. Dette kan tyda på at nokre av dei hadde vore innom eit oppdrettsanlegg og ete fôr dei siste dagane før fangst. Det var ikkje spor av fiskefôr i mageinnhaldet deira, så innslaget av oppdrettsfôr i dietten deira var neppe stort.

Tabell 4. Feittsyreanalyse av muskel (% av feittsyrene av fisk ved oppstart og avslutning, samt i fôret). Feittsyrer merka med ulik bokstav på dei ulike målepunkta har signifikant forskjellig nivå (ANOVA/Tukey HSD test på rangerte verdiar, nivå=5%) Feittsyrer med gjennomgåande nivå under ca. 1% er ikkje med i tabellen. [*Fatty acids from muscle.*]

Gruppe	Juni 07			Okt 06	Fôr	
	LLL	TTT	Vill	Start	Torsk	Laks
N	9	10	5	7	1	1
Lipid%	1,36 ^a	1,32 ^{ab}	1,03 ^b	0,55 ^c		
14:0	1,04 ^c	2,08 ^a	2,18 ^{ab}	1,32 ^{bc}	7,53	4,97
16:0	15,63 ^d	17,24 ^c	18,26 ^b	19,44 ^a	19,48	16,27
16:1 n-9	1,12 ^b	2,24 ^a	2,28 ^a	1,11 ^b	8,12	5,17
18:0	5,57 ^a	5,44 ^{ab}	5,08 ^b	5,38 ^{ab}	3,37	2,96
18:1 n-9	14,73 ^a	11,31 ^b	8,89 ^c	5,89 ^c	10,46	19,70
18:1 n-7	2,39 ^a	2,52 ^a	2,61 ^a	1,83 ^b	3,03	2,43
18:2 n-6	5,98 ^a	2,73 ^b	1,95 ^c	1,23 ^d	3,24	4,55
18:3 n-3	1,95 ^a	0,86 ^b	0,95 ^b	0,48 ^c	0,89	2,34
18:4 n-3	0,49 ^b	1,35 ^a	1,25 ^a	0,56 ^b	2,23	2,28
20:1 n-9	1,64 ^c	3,23 ^a	2,70 ^{ab}	2,37 ^b	4,93	5,48
20:4 n-6	1,77 ^a	1,43 ^c	1,51 ^{bc}	1,75 ^{ab}	1,01	0,70
20:5 n-3	14,21 ^b	15,32 ^a	14,97 ^{ab}	16,10 ^a	12,66	8,97
22:1 n-11	0,71 ^c	1,76 ^a	1,43 ^{ab}	1,20 ^{bc}	4,47	6,28
22:5 n-3	1,83 ^a	1,69 ^a	1,39 ^b	1,27 ^b	1,81	1,05
22:6 n-3	27,21 ^b	27,04 ^b	30,12 ^{ab}	36,44 ^a	11,06	11,02
Metta feitt	23,16 ^c	25,58 ^b	26,65 ^a	26,96 ^a	32,12	26,13
Einumetta	21,45 ^a	22,11 ^a	18,94 ^{ab}	13,56 ^b	33,08	41,34
Omega3	46,47 ^b	47,19 ^b	49,65 ^{ab}	55,54 ^a	29,73	26,45
Omega6	8,91 ^a	5,13 ^b	4,76 ^c	3,94 ^d	5,08	6,08
PUFA	55,39 ^{ab}	52,32 ^b	54,41 ^b	59,48 ^a	34,80	32,53
Omega3/6 høve	5,28 ^d	9,22 ^c	10,43 ^b	14,22 ^a	5,86	4,35

Tabell 5. Sensorisk samanligning (middelverdiar) frå uttaket i mars. Signifikans er testa med ANOVA (N=5). [Sensoric evaluation from the March sample.]

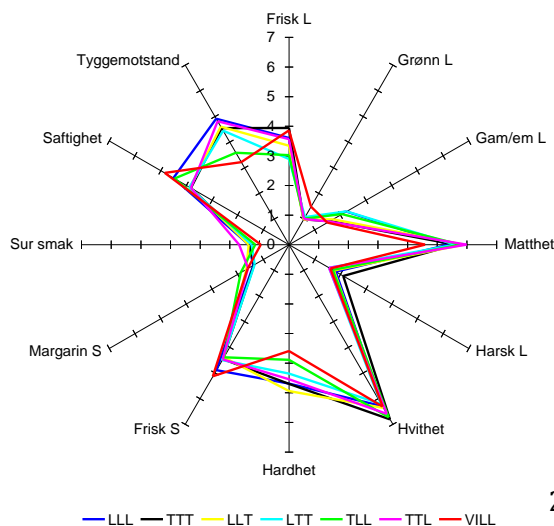
Egenskaper	Sign.	LL	TL	LT	TT
Frisk Lukt	is	3,2	3,5	3,9	3,8
Grønn Lukt	is	1,3	1,6	1,4	1,0
Gam/em Lukt	is	1,5	1,5	1,3	1,3
Matthet	is	5,3	5,4	5,2	5,3
Harsk Lukt	is	0,8	0,9	0,6	0,8
Hvithet	is	6,3	5,8	6,1	5,5
Hardhet	is	4,7	5,0	4,7	4,2
Frisk Smak	is	3,7	3,6	4,0	4,1
Margarin Smak	is	1,2	1,0	1,1	0,7
Sur smak	is	1,9	1,9	1,8	1,9
Saftighet	is	4,0	3,5	4,3	4,5
Tyggemotstand	is	4,8	4,3	4,3	3,9

Symbolbruk; ***: $p < 0,001$, **: $p < 0,01$, *: $p < 0,05$, is: ikkje signifikant ($p > 0,05$)

Tabell 6. Sensorisk samanligning (middelverdiar) frå uttaket i juni. Grupper med same bokstav er ikkje signifikant forskjellige på 5 % nivå (ANOVA/Tukey, N=7). [Sensoric evaluation from the June sample.]

Egenskaper	Sign.	LLL	TTT	LLT	LTT	TLL	TTL	VILL
Frisk Lukt	is	3,6	3,9	3,3	2,9	3,0	3,6	3,9
Grønn Lukt	is	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,5
Gam/em Lukt	is	2,2	1,6	1,7	2,2	2,1	1,6	1,5
Matthet	**	5,4 ^{ab}	5,6 ^{ab}	5,9 ^a	5,6 ^{ab}	5,8 ^a	6,0 ^a	4,6 ^b
Harsk Lukt	is	1,8	2,1	1,7	1,6	1,7	1,6	1,6
Hvithet	is	6,3	6,8	6,4	6,2	6,7	6,6	6,3
Hardhet	is	4,7	4,7	4,9	4,4	3,9	4,5	3,6
Frisk Smak	is	4,9	4,5	4,4	4,5	4,4	4,5	5,1
Margarin Smak	is	1,4	1,4	1,7	1,3	1,9	1,6	1,6
Sur smak	is	1,4	1,3	1,4	1,3	1,1	1,7	1,0
Saftighet	is	4,5	3,8	3,9	3,9	4,5	3,8	4,8
Tyggemotstand	*	4,9 ^a	4,5 ^{ab}	4,6 ^{ab}	4,4 ^{ab}	3,6 ^{ab}	4,8 ^{ab}	3,2 ^b

Symbolbruk; ***: $p < 0,001$, **: $p < 0,01$, *: $p < 0,05$, is: ikkje signifikant ($p > 0,05$)



Figur 15. Grafisk presentasjon av den sensoriske vurderinga frå juni uttaket. [Sensoric evaluation from the June sample.]

Diskusjon og konklusjon

I det gjennomførte eksperimentet vart villfanga sei fôra opp med laksefôr eller torskefôr frå oktober 2006 til juni 2007, og ei rekke parametrar knytta til kvalitet vart målt. Det er særleg uttaket ved avslutning av eksperimentet i juni 2007 som er mest relevant, då fisken her har gått ca 8 månader på fôr og har fått ein storleik på rundt 1 kg.

For ein del av dei målte parametrane var det tydelege forskjellar mellom dei ulike fôrregima og mellom oppfôra og villfanga sei, medan for andre parametrar var det minimale forskjellar. Det vart tidleg i eksperimentet tydeleg at det kun var ein del av fisken som vaks, medan ein relativ stor del av fisken hadde liten eller ingen vekst. Dette må vi kunna gå ut frå skuldast lågt fôrinntak. Det er eit velkjent fenomen ved oppfôring av villfisk (sei og torsk) med tørrfôr at mange individ ikkje tek til seg fôr i startfasen, og at ein gjerne må bruka mjukfôr i ein overgangsfase for å venja fisken til det nye fôret. Det vart også observert liten interesse for tørrfôret blant mykje av fisken, sjølv om tilbodet var rikeleg. Ut frå vekstdataene kan vi sjå at desse individa ikkje svalt i hel og tok seg ein del opp i vekt utover våren, men dei hadde likevel lågare kondisjonsfaktor enn villfisken i juni.

Den andre delen av fisken var i god vekst, og vi har bevisst valt ut individ frå desse til kvalitetsmålingane for å få representativa målingar frå fisk som eter tørrfôr. Det som viste tydelegast forskjell mellom fôrgruppene og mellom fôrgruppene og villfisk, var parametrar knytta til vekst. Særleg for kondisjonsfaktor og leverinnhald såg ein tydelege forskjellar med høgare kondisjonsfaktor og leverindeks for fôrgruppene. Mykje av fisken i fôrgruppene kan seiast å vera i "godt hald" og kanskje vurderast til å vera finare enn villfisken. Ein del vil nok dei fleste karakterisera som unaturleg feit, og dette var særleg tydeleg i dei fôra med laksefôr. Laksefôr inneheld betydeleg meir feitt enn torskefôr.

Laksefôret inneheld også, i motsetnad til torskefôr, fargestoffet astaxantin, for å gje laksen den fine raudfargen. Dette er nok forklaringa på at gruppene med laksefôr har eit gulskjer både i filét og skinn. Det sensoriske dommarpanelet fann ingen forskjell i parameteren "hvithet" slik at gulskjeret neppe er så sterkt at det vil merkast av forbrukaren.

pH i muskelen heng nøye saman med energilagring i muskelen og nedbrytinga av desse til mjølkesyre. Låg pH ved slakting tyder på stressa fisk. pH nivået ved slakting var varierende mellom gruppene i juni, noko som er vanskeleg å forklara med ulikt stressnivå sidan alle individa vart handsama på same måten. Den høge pH verdien til villfisk etter fire døgn kan forklarast med at villsei har mindre energireservar i muskelen enn oppfôra sei. På same måte kan den lågare pH på dag fire for torskegruppene samanlikna med laksegruppene forklarast med at det energirike laksefôret gjev eit høgare energilager i muskelen enn torskefôr. pH er kjent for å påverka både væsketap og tekstur, men slike samanhengar er det vanskeleg å sjå utfrå våre data.

Når det gjeld dei sensoriske vurderingane som dommarpanelet gjorde, så fann dei små forskjellar mellom fôrgruppene, men villseien var litt forskjellig frå fôrgruppene.

Vi vil konkludera med at forsøket viste tydelege forskjellar mellom sei fôra med laksefôr og torskefôr og mellom villfanga sei og oppfôra sei når det gjeld kondisjonsfaktor og leverinnhald. Det er ikkje å anbefale å fôra villfanga sei med laksefôr, medan bruk av eit magrare fôr i hovudsak vil gje sei av god kvalitet. Dei andre kvalitetsparametrane viste kun mindre forskjellar.

Retur: Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
Institute of Marine Research

Nordnesgaten 50 - Postboks 1870 Nordnes
NO-5817 Bergen
Tel.: 55 23 85 00 – Faks: 55 23 85 31

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
AVDELING TROMSØ

Sykehusveien 23, Postboks 6404
NO-9294 Tromsø
Tlf.: 77 60 97 00 – Faks: 77 60 97 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN

Nye Flødevigveien 20
NO-4817 His
Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 37 05 90 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL

NO-5392 Storebø
Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 56 18 22 22

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET,
FORSKNINGSSTASJONEN MATRE

NO-5984 Matredal
Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 56 36 75 85

SAMFUNNSKONTAKT OG KOMMUNIKASJON
PUBLIC RELATIONS AND COMMUNICATIONS

Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no

www.imr.no